


**Cell for surface treating workpieces has roof wall with air outlet area whose outlet surface has partial area with local surface normal directed into interior of cell underneath remaining area of roof for better air flow and dust removal**

**Patent number:** DE19958659  
**Publication date:** 2001-06-07  
**Inventor:** KNUESSEL CHRISTOF (DE)  
**Applicant:** DUERR SYSTEMS GMBH (DE)  
**Classification:**  
 - international: **B05B15/12; F24F3/16; B05B15/12; F24F3/16; (IPC1-7): F24F7/00; B05B15/02; B05B15/12; F24F3/16**  
 - european: **B05B15/12E; F24F3/16B3**  
**Application number:** DE19991058659 19991206  
**Priority number(s):** DE19991058659 19991206

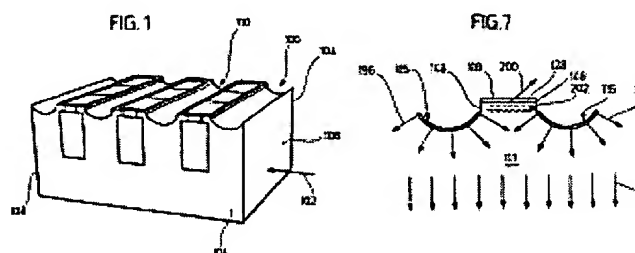
Also published as:

 GB2359353 (A)

[Report a data error here](#)

#### Abstract of DE19958659

the cell has a roof wall (110) with air outlet area (116) whose air outlet surface (140) through which air flows into the cell has at least a partial area where the local surface normal of the outlet surface is directed into the area of the cell interior arranged under the remaining area (118) of the roof wall. The air outlet area extends in a longitudinal direction and has a constant cross section across same. The air outlet surface is preferably convex seen from the inside of the cell.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 58 659 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:  
**F 24 F 7/00**  
F 24 F 3/16  
B 05 B 15/12  
B 05 B 15/02

②1 Aktenzeichen: 199 58 659.4  
②2 Anmeldetag: 6. 12. 1999  
④3 Offenlegungstag: 7. 6. 2001

**DE 199 58 659 A 1**

⑦1 Anmelder:  
Dürr Systems GmbH, 70435 Stuttgart, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Grießbach und Kollegen, 70182 Stuttgart

⑦2 Erfinder:  
Knüsel, Christof, 70188 Stuttgart, DE  
  
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 195 41 415 A1  
DE 36 43 175 A1  
DE 92 05 407 U1  
DE-GM 18 87 910  
US 51 67 577 A  
US 37 76 121  
WO 95 14 891 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ⑤4 Kabine  
⑤7 Um eine Kabine, insbesondere zum Oberflächenbehandeln von Werkstücken, umfassend eine Deckenwand, die mindestens einen Luftauslaßbereich mit einer Luftauslaßfläche, durch welche Zuluft in die Kabine einströmt, und mindestens einen neben dem Luftauslaßbereich angeordneten Restbereich umfaßt, zu schaffen, bei welcher ein effizienter Abtransport von Schmutz- und Staubpartikeln aus jedem Bereich des Innenraums der Kabine möglich ist, wird vorgeschlagen, daß die Luftauslaßfläche des Luftauslaßbereichs mindestens einen Teilbereich umfaßt, in welchem die lokale Oberflächennormale der Luftauslaßfläche in den unter dem Restbereich der Deckenwand angeordneten Bereich des Innenraums der Kabine gerichtet ist.

**DE 199 58 659 A 1**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kabine, insbesondere eine Kabine zum Oberflächenbehandeln von Werkstücken, umfassend eine Deckenwand, die mindestens einen Luftauslaßbereich mit einer Luftauslaßfläche, durch welche Zuluft in die Kabine einströmt, und mindestens einen neben dem Luftauslaßbereich angeordneten Restbereich umfaßt.

Solche Kabinen sind aus dem Stand der Technik bekannt.

Insbesondere sind Kabinen bekannt, deren Deckenwand streifenförmige Luftauslaßbereiche mit jeweils einer im wesentlichen ebenen, horizontal ausgerichteten Luftauslaßfläche und zwischen den Luftauslaßbereichen angeordnete ebene, horizontale Restbereiche umfaßt.

Bei diesen Kabinen wird die durch die Deckenwand zugeführte Zuluft im Bodenbereich der Kabine abgesaugt, um eine im wesentlichen vertikal nach unten gerichtete Durchströmung des Innenraums der Kabine zu erzielen. Im Innenraum der Kabine vorhandene Schmutz- oder Staubpartikel werden durch diese Luftströmung mitgerissen und aus der Kabine ausgetragen.

Bei den bekannten Kabinen ist jedoch von Nachteil, daß in den unter den Restbereichen der Deckenwand angeordneten Bereichen des Kabineninnenraums schlecht definierte, zeitlich variierende Strömungsmuster mit Verwirbelungen auftreten, welche einen effizienten Abtransport von Schmutz- und Staubpartikeln aus diesen Bereichen vereiteln.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Kabine der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welcher ein effizienter Abtransport von Schmutz- und Staubpartikeln aus jedem Bereich des Innenraums der Kabine möglich ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Kabine mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Luftauslaßfläche des Luftauslaßbereichs mindestens einen Teilbereich umfaßt, in welchem die lokale Oberflächennormale der Luftauslaßfläche in den unter dem Restbereich der Deckenwand angeordneten Bereich des Innenraums der Kabine gerichtet ist.

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Luftauslaßbereichs ist gewährleistet, daß Zuluft durch die Luftauslaßfläche des Luftauslaßbereichs direkt in den unter dem Restbereich der Deckenwand angeordneten Bereich des Kabineninnenraums einströmt. Hierdurch wird auch in diesem unter dem Restbereich der Deckenwand angeordneten Bereich des Kabineninnenraums eine wohl definierte Durchströmung durch die Zuluft mit einer im wesentlichen vertikal nach unten gerichteten Hauptströmungsrichtung erzielt, wobei Schmutz- und Staubpartikel auch aus diesem Innenraumbereich in effizienter Weise zu den Absaugöffnungen im Bodenbereich der Kabine transportiert werden.

Dabei kann die Deckenwand der Kabine als Flachdach oder als Schrägdach ausgebildet sein.

Ist die Deckenwand als Flachdach ausgebildet, so weist die mittlere Oberflächennormale der Luftauslaßfläche jedes Luftauslaßbereichs im wesentlichen vertikal nach unten. In diesem Fall umfaßt die Luftauslaßfläche des Luftauslaßbereichs erfindungsgemäß mindestens einen Teilbereich, in welchem die lokale Oberflächennormale der Luftauslaßfläche eine horizontale Komponente aufweist.

Ist die Deckenwand als Schrägdach ausgebildet, so verläuft die mittlere Oberflächennormale der Luftauslaßfläche jedes Luftauslaßbereichs schräg zur Vertikalen. In diesem Fall umfaßt die Luftauslaßfläche des Luftauslaßbereichs mindestens einen Teilbereich, in welchem die lokale Oberflächennormale der Luftauslaßfläche einen kleineren oder einen größeren Winkel mit der Vertikalen einschließt als die

mittlere Oberflächennormale der Luftauslaßfläche.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kabine erstreckt sich der Luftauslaßbereich in einer Längsrichtung und weist quer zu der Längsrichtung einen im wesentlichen konstanten Querschnitt auf.

Zur Erzielung einer fächerartigen Zuluftströmung durch die Luftauslaßfläche in den Kabineninnenraum hinein ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß die Luftauslaßfläche vom Innenraum der Kabine aus gesehen konvex gekrümmt ist.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Luftauslaßbereich einen zumindest bereichsweise im wesentlichen zylinderabschnittförmigen Querschnitt aufweist.

Alternativ hierzu kann auch vorgesehen sein, daß der Luftauslaßbereich einen zumindest bereichsweise im wesentlichen trapezförmigen Querschnitt aufweist.

Um die in den Innenraum der Kabine eingeleitete Zuluft zu reinigen, ist es günstig, wenn der Luftauslaßbereich mindestens einen mit Luftdurchtrittsöffnungen versehenen Halterahmen und eine sich an den Verlauf des Halterahmens anschmiegende Filtermattenanordnung umfaßt.

Die Filtermattenanordnung kann dabei eine oder mehrere Filtermatten umfassen.

Insbesondere können Filtermatten des Typs PA 560 g (Filterklasse Eu 5 oder höher) verwendet werden.

Die Dicke einer Filtermatte der Filtermattenanordnung beträgt typischerweise ungefähr 20 mm.

Um die Filtermatten bei Bedarf rasch und einfach auszuwechseln zu können, umfaßt der Luftauslaßbereich vorteilhafterweise eine Spannvorrichtung, mittels welcher die Filtermattenanordnung an dem Halterahmen lösbar festlegbar ist.

Eine solche Spannvorrichtung kann insbesondere einen Spannbügel umfassen, dessen Form im wesentlichen dem Querschnitt des Luftauslaßbereichs entspricht.

Um zu gewährleisten, daß die Einstromrichtung der Zuluft in den Innenraum der Kabine im wesentlichen nur von der Gestalt der Luftauslaßfläche und im wesentlichen nicht von der Strömungsrichtung der Zuluft in dem dem Luftauslaßbereich vorgeschalteten Luftzuführkanal abhängt, ist es günstig, wenn die Filtermattenanordnung derart ausgebildet ist, daß der Druckverlust der Zuluft beim Durchströmen der Filtermattenanordnung so hoch ist, daß die Zuluft durch die Luftauslaßfläche im wesentlichen parallel zu deren lokaler Oberflächennormale austritt.

Reicht die Dicke einer einzigen Filtermatte nicht dazu aus, den hierzu erforderlichen Druckverlust zu erzielen, was insbesondere bei niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten der Zuluft der Fall sein kann, so umfaßt die Filtermattenanordnung vorteilhafterweise mindestens zwei in der Durchströmungsrichtung der Zuluft hintereinander angeordnete Filtermatten.

Insbesondere ist es von Vorteil, wenn die Filtermattenanordnung so ausgebildet ist, daß der Druckverlust der Zuluft beim Durchströmen der Filtermattenanordnung mindestens ungefähr 10 Pa, vorzugsweise mindestens ungefähr 40 Pa, beträgt.

Aufgrund der Tatsache, daß erwärmte Luft aufsteigt und sich unter der Deckenwand der Kabine ansammelt, kann es zur Ausbildung einer stabilen, im wesentlichen ruhenden Luftschicht direkt unter den Restbereichen der Deckenwand kommen.

Eine solche stabile Luftschicht erhöhter Temperatur bildet sich bevorzugt dann aus, wenn in den Restbereichen der Deckenwand oder in den Seitenwänden der Kabine Leuchten zur Beleuchtung des Innenraums der Kabine angeordnet sind.

Eine solche stabile Schicht erwärmter Luft wirkt sich nachteilig auf das Strömungsbild in der Kabine aus, da eine solche stabile Luftschicht die fächerförmige Luftströmung aus den Luftauslaßbereichen behindert und nach unten umlenkt. Der Bereich unterhalb der Restbereiche der Deckenwand, insbesondere der Bereich unterhalb der Leuchten in der Deckenwand, wird dann nicht definiert durchströmt.

Es ist daher von Vorteil, wenn die Kabine eine Deckenabsaugeinrichtung zum Absaugen von Luft aus dem unmittelbar unter dem Restbereich der Deckenwand angeordneten Bereich des Innenraums der Kabine umfaßt.

Durch eine solche Deckenabsaugeinrichtung wird die Höhe der stabilen, im wesentlichen ruhenden Luftschicht, welche sich insbesondere aufgrund der Aufheizung durch die in Betrieb befindlichen Deckenleuchten oder Seitenleuchten unmittelbar unter dem Restbereich der Deckenwand ausbildet, verringert oder die Ausbildung einer solchen stabilen Luftschicht sogar ganz verhindert.

Der Deckenabsaugeinrichtung zugeordnete Deckenabsaugöffnungen können beispielsweise im oberen Bereich der Seitenwände der Kabine angeordnet sein.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist jedoch vorgesehen, daß die Deckenabsaugeinrichtung mindestens eine in dem Restbereich der Deckenwand angeordnete Deckenabsaugöffnung umfaßt. Durch die räumliche Nähe zwischen der Deckenabsaugöffnung einerseits und dem Restbereich der Deckenwand, unter welchem sich die stabile Luftschicht ausbildet, andererseits, ist eine besonders effiziente Absaugung der Luft aus der stabilen Luftschichtung möglich.

Besonders bewährt hat es sich, wenn im Betrieb der Kabine ungefähr 2% bis ungefähr 50%, vorzugsweise ungefähr 5% bis ungefähr 30%, des durch den Luftauslaßbereich oder die Luftauslaßbereiche in die Kabine gelangenden Zuluftstroms durch die Deckenabsaugeinrichtung absaugbar sind.

Der zusätzlichen Stabilisierung der angestrebten, möglichst die gesamte Kabine im wesentlichen vertikal durchströmenden Luftströmung dient es, wenn der Luftauslaßbereich tiefer als der neben dem Luftauslaßbereich angeordnete Restbereich der Deckenwand angeordnet ist. Dadurch wird die Zuluft dem Innenraum der Kabine unterhalb der vorstehend erwähnten thermischen stabilen Schicht zugeführt, welche sich unter dem Restbereich der Deckenwand ausbilden kann, insbesondere wenn in diesem Restbereich eine oder mehrere Deckenleuchten angeordnet sind.

Um eine Ablenkung der aus der Luftauslaßfläche ausströmenden Zuluft durch die thermische stabile Luftschicht unmittelbar unter dem Restbereich möglichst wirksam zu vermeiden, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß der Luftauslaßbereich um mindestens ungefähr 50 mm, vorzugsweise mindestens 80 mm, tiefer als der neben dem Luftauslaßbereich angeordnete Restbereich der Deckenwand angeordnet ist.

Der genannte Abstand ist dabei als Abstand zwischen der Unterseite des Restbereichs der Deckenwand an seinem an den Luftauslaßbereich angrenzenden Rand einerseits und dem oberen Rand des diesem Restbereich zugewandten Bereichs der Luftauslaßfläche des Luftauslaßbereichs andererseits zu verstehen.

Um die vorstehend als vorteilhaft beschriebene Absenkung des Luftauslaßbereichs gegenüber dem benachbarten Restbereich der Deckenwand in konstruktiv einfacher Weise zu verwirklichen, ist vorteilhafterweise vorgesehen, daß der Luftauslaßbereich an einem Abhängerahmen angeordnet ist.

Ein solcher Abhängerahmen kann insbesondere als im wesentlichen rechteckiger Blechrahmen mit einer Höhe von mindestens ungefähr 50 mm, vorzugsweise von mindestens ungefähr 80 mm, ausgebildet sein.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und zeichnerischen Darstellung von Ausführungsbeispielen.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische perspektivische Darstellung einer Kabine mit Luftauslaßbereichen, welche sich quer zu einer Durchlaufrichtung von Werkstücken durch die Kabine erstrecken;

Fig. 2 einen schematischen Längsschnitt durch die Kabine aus Fig. 1 längs der Durchlaufrichtung;

Fig. 3 eine schematische Draufsicht von unten auf die Deckenwand der Kabine aus den Fig. 1 und 2;

Fig. 4 einen Querschnitt durch einen der Luftauslaßbereiche der Kabine aus den Fig. 1 bis 3, der an einem Abhängerahmen angeordnet ist;

Fig. 5 einen Ausschnitt aus einem Längsschnitt durch den Luftauslaßbereich aus Fig. 4;

Fig. 6 eine Prinzipdarstellung der Luftströmung in einer Kabine gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 7 eine Prinzipdarstellung der Luftströmung durch die Kabine aus den Fig. 1 bis 5;

Fig. 8 einen Längsschnitt durch ein simuliertes Strömungsbild der Kabine aus den Fig. 1 bis 5 längs der Durchlaufrichtung;

Fig. 9 einen schematischen Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsform der Kabine mit Luftauslaßbereichen, welche sich parallel zur Durchlaufrichtung der Werkstücke erstrecken;

Fig. 10 eine schematische Draufsicht von unten auf die Deckenwand der zweiten Ausführungsform der Kabine aus Fig. 9, welche zwei Luftauslaßbereiche aufweist;

Fig. 11 eine schematische Draufsicht von unten auf die Deckenwand einer dritten Ausführungsform der Kabine, welche drei sich parallel zu der Durchlaufrichtung erstreckende Luftauslaßbereiche aufweist; und

Fig. 12 einen schematischen Querschnitt durch einen trapezförmigen Luftauslaßbereich.

Gleiche oder funktional äquivalente Elemente sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

Eine in den Fig. 1 bis 5 dargestellte erste Ausführungsform einer als Ganzes mit 100 bezeichneten Kabine weist im wesentlichen die Form eines Quaders auf und umfaßt zwei sich parallel zu einer Durchlaufrichtung 102 der in der Kabine zu bearbeitenden Werkstücke erstreckende, senkrecht zu der Durchlaufrichtung 102 voneinander beabstandete vertikale Seitenwände 104, eine sich quer zu der Durchlaufrichtung 102 erstreckende Vorderwand 106, welche mit einer (nicht dargestellten) Eintrittsöffnung für die zu bearbeitenden Werkstücke versehen ist, eine längs der Durchlaufrichtung 102 von der Vorderwand 106 beabstandete und ebenfalls quer zur Durchlaufrichtung 102 sich erstreckende Rückwand 108, welche mit einer (nicht dargestellten) Austrittsöffnung für die in der Kabine bearbeiteten Werkstücke versehen ist, und eine im wesentlichen horizontale Deckenwand 110.

Eine untere Begrenzung der Kabine 100 kann durch eine (nicht dargestellte) horizontale Bodenwand oder aber durch den Untergrund selbst, auf welchem die Kabine 100 angeordnet ist, gebildet sein.

Wie am besten aus Fig. 2 zu ersehen ist, sind an den Innenseiten der Seitenwände 104 in deren unterem Bereich, nahe des Bodens der Kabine 100, jeweils mehrere, beispielsweise jeweils vier, im wesentlichen rechteckige Bodenabsaugöffnungen 112 angeordnet, welche längs der Durchlaufrichtung 102 aufeinanderfolgen.

An den Bodenabsaugöffnungen 112 münden (nicht dargestellte) Bodenabsaugkanäle in den Innenraum 111 der Kabine 100, durch welche mittels eines (nicht dargestellten)

Bodenabsauggebläses Luft aus dem Innenraum 111 der Kabine 100 absaugbar ist.

In der oberen Hälfte sind die Seitenwände 104 jeweils mit mehreren, beispielsweise mit jeweils drei, im wesentlichen rechteckigen Ausschnitten versehen, in welche Seitenleuchten 114 eingesetzt sind.

Die Deckenwand 110 der Kabine 100 umfaßt, wie aus Fig. 3 zu ersehen ist, mehrere, sich senkrecht zur Durchlaufrichtung 102 erstreckende Luftauslaßbereiche 116 sowie sich ebenfalls senkrecht zur Durchlaufrichtung 102 erstreckende Restbereiche 118, welche entweder als Zwischenbereiche 120 zwischen jeweils zwei Luftauslaßbereichen 116 oder als Randbereiche 122 zwischen einem der Luftauslaßbereiche 116 und einem vorderen oder hinteren Rand der Deckenwand 110 angeordnet sind.

Sowohl die Luftauslaßbereiche 116 als auch die Restbereiche 118 erstrecken sich zwischen den beiden Seitenwänden 104 über die gesamte Breite der Kabine 100.

Die Restbereiche 118 der Deckenwand 110 sind im wesentlichen eben ausgebildet, horizontal ausgerichtet und mit jeweils mehreren, beispielsweise mit jeweils drei, im wesentlichen rechteckigen Ausschnitten versehen, in welche Deckenleuchten 124 eingesetzt sind.

Die Deckenleuchten 124 folgen in der senkrecht zur Durchlaufrichtung 102 verlaufenden Längsrichtung 126 der Restbereiche 118 aufeinander.

In ihren Endbereichen, welche jeweils an eine der Seitenwände 104 angrenzen, sind die Restbereiche 118 jeweils mit einer im wesentlichen rechteckigen Deckenabsaugöffnung 128 versehen.

An den Deckenabsaugöffnungen 128 münden (nicht dargestellte) Deckenabsaugkanäle in den Innenraum der Kabine 100, durch welche mittels eines (nicht dargestellten) Deckenabsauggebläses Luft aus dem Innenraum 111 der Kabine 100 absaugbar ist.

Es kann auch vorgesehen sein, daß sich die Bodenabsaugkanäle und die Deckenabsaugkanäle miteinander vereinigen und die Luft aus dem Kabineninnenraum mittels eines einzigen Absauggebläses abgesaugt wird.

Jeder der Luftauslaßbereiche 116 umfaßt einen Halterahmen 130, welcher sich parallel zur Längsrichtung 132 des Luftauslaßbereichs 116, welche ihrerseits senkrecht zur Durchlaufrichtung 102 ausgerichtet ist, erstreckt und in einer senkrecht zur Längsrichtung 132 ausgerichteten Ebene zylinderabschnittsförmig gekrümmt ist (siehe Fig. 4).

In seinem zylinderabschnittsförmig gekrümmten Bereich 134 sind in dem Halterahmen 130, welcher beispielsweise aus einem Stahlblech hergestellt sein kann, zahlreiche im wesentlichen rechteckige Luftdurchtrittsöffnungen 136 angeordnet, welche beispielsweise aus dem Halterahmen 130 herausgestanzt sein können.

Die Luftdurchtrittsöffnungen 136 in dem Halterahmen 130 sind nur durch relativ dünne Stege 138 voneinander getrennt und bilden zusammen eine Luftauslaßfläche 140 des jeweiligen Luftauslaßbereichs 116.

Die Luftauslaßfläche 140 jeden Luftauslaßbereichs 116 erstreckt sich über die gesamte Länge desselben; in der schematischen Darstellung der Fig. 3 sind die Luftdurchtrittsöffnungen 136 und Stege 138 jedoch lediglich in den Endbereichen der Luftauslaßbereiche 116 im einzelnen dargestellt.

Die beiden parallel zu der Längsrichtung 132 verlaufenden seitlichen Randbereiche 142 des Halterahmens 130 sind in vertikaler Richtung abgekantet und tragen jeweils einen horizontal abgekanteten Auflagebereich 144, welcher an einem ebenfalls horizontal abgekanteten Randbereich 146 eines über dem Halterahmen 130 angeordneten, im wesentlichen rechteckigen Abhängerahmens 148, beispielsweise

durch Verschrauben oder Verschweißen, festgelegt ist.

Der Abhängerahmen 148 umfaßt zwei quer zur Längsrichtung 132 ausgerichtete vertikale Stirnwände 150 und zwei sich zwischen den Stirnwänden parallel zur Längsrichtung 132 erstreckende Seitenwände 152 (siehe Fig. 5).

Die Stirnwände 150 jedes Abhängerahmens 148 liegen an der Innenseite jeweils einer der Seitenwände 104 der Kabine 100 an und sind mit derselben mittels geeigneter Befestigungsmittel 154, beispielsweise mittels Schrauben und Muttern, verbunden.

Die Stirnwände 150 und die Seitenwände 152 der Abhängerahmens 148 weisen eine Höhe von beispielsweise 100 mm auf, so daß die an der Unterseite der Abhängerahmens 148 gehaltenen Luftauslaßbereiche 116 um eine entsprechende Strecke tiefer angeordnet sind als die Restbereiche 118 der Deckenwand 110.

Wie am besten aus Fig. 5 zu ersehen ist, ist jeder der Halterahmen 130 an seinen beiden Enden mit jeweils einer Stirnwand 156 versehen, welche an ihrem oberen Rand zweifach um 90° abgekantet ist, so daß ein einfach abgekanteter horizontaler Bereich 158 und ein zweifach abgekanteter vertikaler Bereich 160 des Rands der Stirnwand 156 ausgebildet sind.

Der zweifach abgekantete, vertikale Bereich 160, der einfach abgekantete, horizontale Bereich 158 und der nicht abgekantete Bereich der Stirnwand 156 bilden zusammen einen Führungskanal 162 für einen Spannbügel 164, dessen Gestalt am besten aus Fig. 4 zu ersehen ist.

Der Spannbügel 164 umfaßt einen geraden horizontalen Abschnitt 166, welcher in dem Führungskanal 162 aufgenommen ist, zwei gerade vertikale Abschnitte 168, welche sich von jeweils einem Ende des geraden horizontalen Abschnitts 166 senkrecht nach unten erstrecken, und einen zylinderabschnittsförmig gekrümmten Abschnitt 170, welcher die jeweils unteren Enden der geraden vertikalen Abschnitte 168 des Spannbügels 164 miteinander verbindet und in seinem Verlauf der Krümmung des gekrümmten Bereichs 134 des Halterahmens 130 folgt.

Zwischen die Innenseite des gekrümmten Bereichs 134 des Halterahmens 130 einerseits und den gekrümmten Abschnitt 170 des Spannbügels 164 andererseits ist ein stirnseitiges Ende einer im wesentlichen rechteckigen Filtermatte 172 eingeklemmt, welche sich längs der Längsrichtung 132 von einer Stirnwand 156 des Halterahmens 130 zur jeweils gegenüberliegenden Stirnwand 156 erstreckt, sich an die Innenseite des gekrümmten Bereichs 134 des Halterahmens 130 anschmiegt und die Luftdurchtrittsöffnungen 136 überdeckt.

Durch die beiden Spannbügel 164, welche sich an den einfach abgekanteten horizontalen Bereichen 158 der Stirnwände 156 abstützen und die Filtermatte 172 aufgrund ihrer Federelastizität gegen den gekrümmten Bereich 134 des Halterahmens 130 drücken, ist die Filtermatte 172 an den Stirnseiten des Halterahmens 130 relativ zu dem Halterahmen 130 lösbar festgelegt.

Zwei seitliche, sich parallel zur Längsrichtung 132 erstreckende Ränder 174 der Filtermatte 172 liegen an der Innenseite des jeweils zugeordneten vertikalen Randbereichs 142 des Halterahmens 130 an und werden in dieser Stellung mittels jeweils eines Blechbügels 175 gehalten, welcher sich parallel zur Längsrichtung 132 erstreckt.

Wie aus Fig. 4 zu ersehen ist, umfaßt jeder der Klemmbügel 175 einen horizontalen Abschnitt 176, von dessen der Längsmittlebene 178 des Luftauslaßbereichs 116 zugewandtem inneren Rand ein innerer Schenkel 180 im wesentlichen senkrecht nach unten absteht, während von dem der Längsmittlebene 178 des Luftauslaßbereichs 116 abgewandtem äußeren Rand des horizontalen Abschnitts 176 ein

äußerer Schenkel 182 nach unten absteht, welcher mit dem horizontalen Abschnitt 176 einen spitzen Winkel von beispielsweise ungefähr 45° einschließt.

Die Kante, längs welcher der horizontale Abschnitt 176 und der äußere Schenkel 182 des Klemmbügels 174 aneinander grenzen, bildet eine Klemmkante 184, welche in der in Fig. 4 dargestellten Klemmstellung den seitlichen Rand 174 der Filtermatte 172 gegen die Innenseite des vertikalen Randbereichs 142 des Halterahmens 130 drückt und somit relativ zu dem Halterahmen 130 festlegt.

Der innere Schenkel 180 jedes Klemmbügels 174 ist an einem Spannarm 186 eines Schnellspanners 188 gehalten. Der Spannarm 186 des Schnellspanners 188 ist an einer Basisplatte 190 des Schnellspanners 188 schwenkbar gehalten, welche ihrerseits an einem der horizontalen Randbereiche 146 des Abhängerahmens 148 festgelegt ist.

Ferner weist der Schnellspanner 188 einen Betätigungsarm 192 auf, durch dessen Betätigung der Spannarm 186 von der in Fig. 4 dargestellten Klemmstellung, in welcher die Klemmkante 184 den seitlichen Rand 174 der Filtermatte 172 festklemmt, in eine (nicht dargestellte) Offenstellung bewegbar ist, in welcher die Klemmkante 184 den seitlichen Rand 174 der Filtermatte 172 freigibt, so daß in dieser Offenstellung die Filtermatte 172 von dem Halterahmen 130 gelöst und – beispielsweise bei Verschmutzung der Filtermatte 172 – gegen eine frische Filtermatte ausgetauscht werden kann.

Der von dem Innenraum 111 der Kabine 100 durch die Filtermatte 172 getrennte Innenraum jedes Luftauslaßbereiches 116 bildet jeweils eine Luftzuführkammer 194, in welche jeweils ein (nicht dargestellter) Luftzuführkanal mündet, durch welchen mittels eines (nicht dargestellten) Luftzuführgebläses Zuluft unter einem gegenüber dem Atmosphärendruck um beispielsweise 50 Pa erhöhten Druck zuführbar ist.

Es kann auch vorgesehen sein, daß die der Kabine 100 zugeführte Luft in einem geschlossenen Kreislauf geführt, also aus den Boden- und Deckenabsaugkanälen den Luftzuführkanälen zugeführt wird. Bei einer solchen Umluftanordnung genügt es, ein einziges Gebläse sowohl zum Absaugen der Luft aus der Kabine als auch zum Zuführen der Luft zu der Kabine vorzusehen.

Im Betrieb der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform der Kabine 100 werden in der Kabine zu bearbeitende Werkstücke durch die Eintrittsöffnung in der Vorderwand 106 der Kabine in den Innenraum 111 der Kabine eingebracht, im Innenraum 111 der Kabine 100 bearbeitet (beispielsweise oberflächenvorbehandelt, lackiert oder geschliffen), dabei längs der Durchlaufrichtung 102 durch die Kabine 100 (mittels einer nicht dargestellten Fördervorrichtung) transportiert und durch die Austrittsöffnung in der Rückwand 108 der Kabine 100 wieder aus dem Innenraum 111 der Kabine 100 ausgebracht.

Um mit den Werkstücken in die Kabine 100 transportierte oder bei der Bearbeitung der Werkstücke in der Kabine 100 entstehende Schmutz- und Staubpartikel, welche zu einer Beeinträchtigung der Oberflächenqualität der Werkstücke, beispielsweise zu Lackierfehlern, führen können, aus dem Innenraum 111 der Kabine 100 abzuführen, wird im Betrieb der Kabine 100 ein im wesentlichen vertikal von der Deckenwand 110 zum Boden der Kabine 100 gerichtete Luftstrom erzeugt, indem der Kabine 100 mittels des Luftzuführgebläses durch die Luftzuführkanäle und die Luftzuführkammern 194 Zuluft zugeführt wird. Diese Zuluft tritt durch die Filtermatten 172 hindurch, wird dabei gereinigt, führt im Innenraum 111 der Kabine 100 vorhandene Schmutz- und Staubpartikel mit sich und wird mittels des Bodenabsauggebläses durch die Bodenabsaugöffnungen

112 und die Bodenabsaugkanäle aus der Kabine 100 abgeführt.

Das durch die Luftauslaßbereiche 116 der Kabine 100 insgesamt pro Stunde zugeführte Zuluftvolumen entspricht dabei mindestens dem 30-fachen Volumen des Innenraums 111 der Kabine 100.

70% bis 95% des Zuluftvolumenstroms werden durch die Bodenabsaugöffnungen 112 der Kabine 100 abgesaugt.

Die verbleibenden 30% bis 5% des Zuluftvolumenstroms werden mittels des Deckenabsauggebläses durch die Deckenabsaugöffnungen 128 und die Deckenabsaugkanäle aus dem Bereich unter den Restbereichen 118 der Deckenwand 110 abgesaugt.

Durch diese Deckenabsaugung wird die Ausbildung einer stabilen, im wesentlichen ruhenden Luftschicht direkt unter diesen Restbereichen 118 der Deckenwand 110 vermieden oder zumindest die Dicke einer solchen stabilen Luftschicht vermindert.

Da die Filtermatten 172 der Luftauslaßbereiche 116 der Strömung der Zuluft einen hinreichend großen Widerstand (verbunden mit einem Druckverlust von mindestens ungefähr 20 Pa) entgegensetzen, strömt die Zuluft durch die Luftauslaßfläche 140 jedes Luftauslaßbereiches 116 im wesentlichen parallel zur jeweiligen lokalen Oberflächennormale aus.

Aufgrund der zylinderabschnittsförmigen Krümmung der Luftauslaßflächen 140 entsteht somit eine fächerförmige Luftströmung, deren Strömungsrichtungen in der Prinzipdarstellung der Fig. 7 mit 196 bezeichnet sind.

Dadurch, daß Teile der Zuluftströmung direkt in die unter den Restbereichen 118 der Deckenwand 110 angeordneten Bereiche des Innenraums 111 der Kabine 100 gerichtet sind, wird auch in diesen Bereichen eine wohl definierte Durchströmung mit einer im wesentlichen vertikal nach unten gerichteten Hauptströmungsrichtung erzielt, wobei Schmutz- und Staubpartikel auch aus den Innenraumbereichen unter den Restbereichen 118 der Deckenwand 110 in effizienter Weise zu den Bodenabsaugöffnungen 112 transportiert werden.

Das erfindungsgemäß erreichte wohldefinierte Strömungsbild der Luftströmung durch den Innenraum 111 der Kabine 100 ist aus der in Fig. 8 wiedergegebenen Computersimulation zu ersehen, in welcher die Strömungslinien der Luft mit 197 bezeichnet sind.

Wie aus Fig. 8 zu ersehen ist, verlaufen die Strömungslinien 197 ab einer Höhe von etwa 70% der gesamten Höhe des Innenraums 111 der Kabine 100 bis zu deren Boden im wesentlichen vertikal und parallel zueinander, ohne störende Verwirbelungen, welche den Abtransport von Schmutz- oder Staubpartikeln behindern könnten.

Diese erwünschte parallele Luftströmung ist in der Prinzipdarstellung der Fig. 7 mit Pfeilen 198 angedeutet.

Der Pfeil 200 in Fig. 7 symbolisiert die Deckenabsaugung von Zuluft durch die Deckenabsaugöffnungen 128.

Durch diese Deckenabsaugung wird die Höhe der stabilen, im wesentlichen ruhenden Luftschicht 202, welche sich aufgrund der Aufheizung durch die in Betrieb befindlichen Seitenleuchten 114 und Deckenleuchten 124 insbesondere direkt unter den Deckenleuchten 124 ausbildet, geringer gehalten als die Absenkung der Luftauslaßbereiche 116 gegenüber den Restbereichen 118, das heißt geringer als die Höhe der Abhängerahmen 148. Dadurch ist gewährleistet, daß die durch die Luftauslaßflächen 140 der Luftauslaßbereiche 116 austretende fächerförmige Strömung 196 nicht durch die stabile Luftschicht 202 behindert und abgelenkt wird.

Die fächerförmige Strömung aus den Luftauslaßbereichen 116 wird vielmehr unterhalb dieser thermischen stabilen Luftschicht 202 zugeführt, was zu einer zusätzlichen

Stabilisierung der erwünschten definierten Luftströmung durch den Innenraum 111 der Kabine 100 beiträgt.

Im Gegensatz hierzu kann bei den Kabinen gemäß dem Stand der Technik, wie aus der Prinzipdarstellung der Fig. 6 zu ersehen ist, eine solche definierte, im wesentlichen vertikale Luftströmung 196' nur im Bereich unter den horizontal ausgerichteten Luftauslaßflächen 204 der Luftauslaßbereiche 206 erzielt werden. In den dazwischenliegenden, unter den Restbereichen 118' angeordneten Bereichen des Innenraums 111 herrschen dagegen schlecht definierte, zeitlich variierende Strömungsmuster mit zahlreichen Verwirbelungen, welche einen effizienten Abtransport von Schmutz- und Staubpartikeln aus diesen Bereichen vereiteln, da die aus den Luftauslaßbereichen 206 stammende Luftströmung nicht direkt in diese unter den Restbereichen 118' angeordneten Bereiche des Innenraums der Kabine gerichtet ist.

Eine in den Fig. 9 und 10 dargestellte zweite Ausführungsform der Kabine 100 unterscheidet sich von der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform dadurch, daß die Luftauslaßbereiche 116 und die Restbereiche 118 der Deckenwand 110 sich nicht senkrecht zur Durchlaufrichtung 102 der Werkstücke durch die Kabine 100, sondern vielmehr parallel zur Durchlaufrichtung 102 erstrecken.

Wie am besten aus der Draufsicht von unten der Fig. 10 zu ersehen ist, erstrecken sich bei der zweiten Ausführungsform der Kabine 100 zwei Luftauslaßbereiche 116, welche im übrigen genauso aufgebaut sind wie die Luftauslaßbereiche 116 der ersten Ausführungsform, parallel zur Durchlaufrichtung 102 von der Vorderwand 106 bis zu der Rückwand 108 der Kabine 100.

Der übrige Bereich der Deckenwand 110 wird von Restbereichen 118 gebildet, welche sich ebenfalls parallel zur Durchlaufrichtung 102 von der Vorderwand 106 bis zur Rückwand 108 der Kabine 100 erstrecken und einen zwischen den beiden Luftauslaßbereichen 116 angeordneten mittigen Zwischenbereich 120' und zwei jeweils zwischen einem Luftauslaßbereich 116 und einer der Seitenwände 104 angeordneten Randbereiche 122' umfassen.

Der Zwischenbereich 120' ist als ebene, horizontal ausgerichtete rechteckige Platte ausgebildet.

Die Randbereiche 122' sind ebenfalls als ebene, horizontale, rechteckige Platten ausgebildet, welche längs ihres der jeweiligen Seitenwand 104 zugewandten Randes jeweils mit mehreren, beispielsweise mit jeweils zwei, Deckenabsaugöffnungen 128 versehen sind.

Bei der zweiten Ausführungsform der Kabine 100 sind keine Leuchten in der Deckenwand 110 vorgesehen.

Lediglich am oberen Rand jeder Seitenwand 104 sind jeweils mehrere, beispielsweise jeweils vier, im wesentlichen rechteckige Ausschnitte vorgesehen, in welche Seitenleuchten 114 eingesetzt sind, welche längs der Durchlaufrichtung 102 aufeinanderfolgen (siehe Fig. 9).

Im übrigen stimmt die zweite Ausführungsform der Kabine 100 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit bezug genommen wird.

Eine in Fig. 11 dargestellte dritte Ausführungsform der Kabine 100 unterscheidet sich von der vorstehend beschriebenen zweiten Ausführungsform der Kabine 100 dadurch, daß statt zwei insgesamt drei Luftauslaßbereiche 116 vorgesehen sind, welche sich parallel zur Durchlaufrichtung 102 von der Vorderwand 106 bis zur Rückwand 108 der Kabine 100 erstrecken.

Die übrige Deckenwand 110 wird durch Restbereiche 118 gebildet, welche sich ebenfalls parallel zur Durchlaufrichtung 102 von der Vorderwand 106 bis zur Rückwand 108 der Kabine 100 erstrecken.

Zwei dieser Restbereiche 118 sind als Zwischenbereiche

120" zwischen jeweils zwei Luftauslaßbereichen 116 ausgebildet.

Jeder dieser Zwischenbereiche 120" ist mit mehreren, beispielsweise mit jeweils vier, im wesentlichen rechteckigen Ausschnitten versehen, in welche Deckenleuchten 124 eingesetzt sind, die längs der Durchlaufrichtung 102 aufeinanderfolgen.

Ferner sind in jedem der Zwischenbereiche 120" jeweils mehrere, beispielsweise jeweils zwei, Deckenabsaugöffnungen 128 vorgesehen.

Durch die große räumliche Nähe zwischen den Deckenabsaugöffnungen 128 einerseits und den Deckenleuchten 124 andererseits ist eine besonders wirksame Deckenabsaugung der durch die Deckenleuchten 124 erwärmten Luft aus der Kabine 100 und somit eine besonders wirksame Verringerung der Höhe der stabilen thermischen Luftschicht unter den Deckenleuchten 124 mittels der Deckenabsaugung gewährleistet.

Die Randbereiche 122" sind, im Gegensatz zu den Zwischenbereichen 120", lediglich mit Deckenabsaugöffnungen 128, nicht jedoch mit Deckenleuchten versehen.

Im übrigen stimmt die dritte Ausführungsform der Kabine 100 hinsichtlich Aufbau und Funktion mit der ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit bezug genommen wird.

Bei den vorstehend beschriebenen drei Ausführungsformen der Kabine 100 wiesen die Luftauslaßbereiche 116 jeweils einen zylinderabschnittförmigen Querschnitt auf.

Alternativ hierzu ist es jedoch auch möglich, daß einer oder mehrere der Luftauslaßbereiche 116 einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen, wie in Fig. 12 dargestellt.

Der in Fig. 12 dargestellte Luftauslaßbereich 116' umfaßt einen horizontalen mittigen Abschnitt 208 mit einer horizontalen Luftauslaßfläche, durch welche die der Kabine 100 zugeführte Zuluft im wesentlichen vertikal austritt.

Ferner umfaßt dieser Luftauslaßbereich 116' zwei seitlich des horizontalen Abschnitts 208 angeordnete schräge seitliche Abschnitte 210, welche schräg zur Horizontalen, beispielsweise unter einem Winkel von 45° zur Horizontalen, ausgerichtet sind.

Die aus diesen Abschnitten 210 des Luftauslaßbereichs 116' austretende Zuluft strömt im wesentlichen parallel zur lokalen Oberflächennormalen, das heißt unter einem Winkel von beispielsweise ungefähr 45° zur Vertikalen, aus den Luftauslaßflächen der seitlichen Abschnitte 210 des Luftauslaßbereichs 116' aus und somit direkt in die unter den Restbereichen 118 der Deckenwand 110 angeordneten Bereiche hinein, so daß in entsprechender Weise wie bei den vorstehend beschriebenen Luftauslaßbereichen mit zylinderabschnittförmigem Querschnitt eine definierte, im Großteil der Kabine 100 vertikal nach unten gerichtete Luftströmung erzielt wird.

Luftauslaßbereiche 116' der in Fig. 12 dargestellten Art können bei allen drei der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen der Kabine 100 zum Einsatz kommen.

#### Patentansprüche

1. Kabine, insbesondere zum Oberflächenbehandeln von Werkstücken, umfassend eine Deckenwand (110) die mindestens einen Luftauslaßbereich (116; 116') mit einer Luftauslaßfläche (140), durch welche Zuluft in die Kabine (100) einströmt, und mindestens einen neben dem Luftauslaßbereich (116) angeordneten Restbereich (118) umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Luftauslaßfläche (140) des Luftauslaßbereichs (116; 116') mindestens einen Teilbereich umfaßt, in welchem die lokale Oberflächennormale der Luftaus-



laßfläche (140) in den unter dem Restbereich (118) der Deckenwand (110) angeordneten Bereich des Innenraums (111) der Kabine (100) gerichtet ist.

2. Kabine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Luftauslaßbereich (116; 116') in einer Längsrichtung (132) erstreckt und quer zur Längsrichtung (132) einen im wesentlichen konstanten Querschnitt aufweist.

3. Kabine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftauslaßfläche vom Innenraum (111) der Kabine (100) aus gesehen konvex gekrümmt ist.

4. Kabine nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftauslaßbereich (116) einen zumindest bereichsweise im wesentlichen zylinderabschnittförmigen Querschnitt aufweist.

5. Kabine nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftauslaßbereich (116') einen zumindest bereichsweise im wesentlichen trapezförmigen Querschnitt aufweist.

6. Kabine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftauslaßbereich (116; 116') mindestens einen mit Luftdurchtrittsöffnungen (136) versehenen Halterahmen (130) und eine sich an den Verlauf des Halterahmens (130) anschmiegende Filtermattenanordnung umfaßt.

7. Kabine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftauslaßbereich (116; 116') eine Spannvorrichtung (164, 174, 188) umfaßt, mittels welcher die Filtermattenanordnung an dem Halterahmen (130) lösbar festlegbar ist.

8. Kabine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannvorrichtung einen Spannbügel (164) umfaßt, dessen Form im wesentlichen dem Querschnitt des Luftauslaßbereichs (116, 116') entspricht.

9. Kabine nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtermattenanordnung derart ausgebildet ist, daß der Druckverlust der Zuluft beim Durchströmen der Filtermattenanordnung so hoch ist, daß die Zuluft durch die Luftauslaßfläche (140) im wesentlichen parallel zu deren lokaler Oberflächennormale austritt.

10. Kabine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtermattenanordnung mindestens zwei in der Durchströmungsrichtung der Zuluft hintereinander angeordnete Filtermatten (172) umfaßt.

11. Kabine nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtermattenanordnung so ausgebildet ist, daß der Druckverlust der Zuluft beim Durchströmen der Filtermattenanordnung mindestens ungefähr 20 Pa, vorzugsweise mindestens ungefähr 40 Pa, beträgt.

12. Kabine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kabine (100) eine Deckenabsaugeinrichtung zum Absaugen von Luft aus dem unmittelbar unter dem Restbereich (118) der Deckenwand (110) angeordneten Bereich des Innenraums (111) der Kabine (100) umfaßt.

13. Kabine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckenabsaugeinrichtung mindestens eine in dem Restbereich (118) der Deckenwand (110) angeordnete Deckenabsaugöffnung (128) umfaßt.

14. Kabine nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß im Betrieb der Kabine (100) ungefähr 2% bis ungefähr 50%, vorzugsweise ungefähr 5% bis ungefähr 30%, des durch den Luftauslaßbereich (116; 116') oder die Luftauslaßbereiche (116; 116') in die Kabine (100) gelangenden Zuluftstroms durch die Deckenabsaugeinrichtung absaugbar

sind.

15. Kabine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftauslaßbereich (116) tiefer als der neben dem Luftauslaßbereich (116) angeordnete Restbereich (118) der Deckenwand (110) angeordnet ist.

16. Kabine nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftauslaßbereich (116) um mindestens ungefähr 50 mm, vorzugsweise um mindestens 80 mm, tiefer als der neben dem Luftauslaßbereich (116) angeordnete Restbereich (118) der Deckenwand (110) angeordnet ist.

17. Kabine nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftauslaßbereich (116) an einem Abhängerahmen (148) angeordnet ist.

18. Kabine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Abhängerahmen (148) als ein im wesentlichen rechteckiger Blechrahmen mit einer Höhe von mindestens ungefähr 50 mm, vorzugsweise von mindestens ungefähr 80 mm, ausgebildet ist.

---

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

---



- Leerseite -

FIG. 1

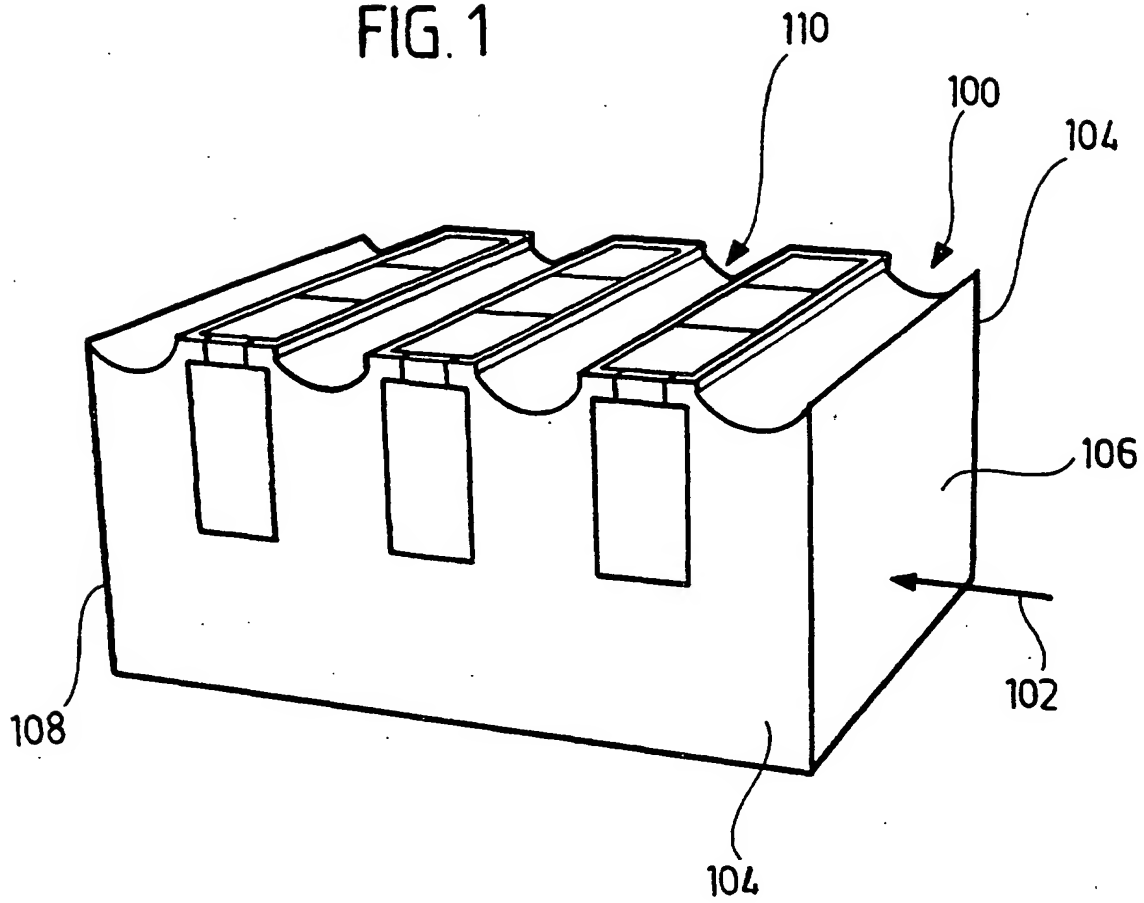


FIG. 2

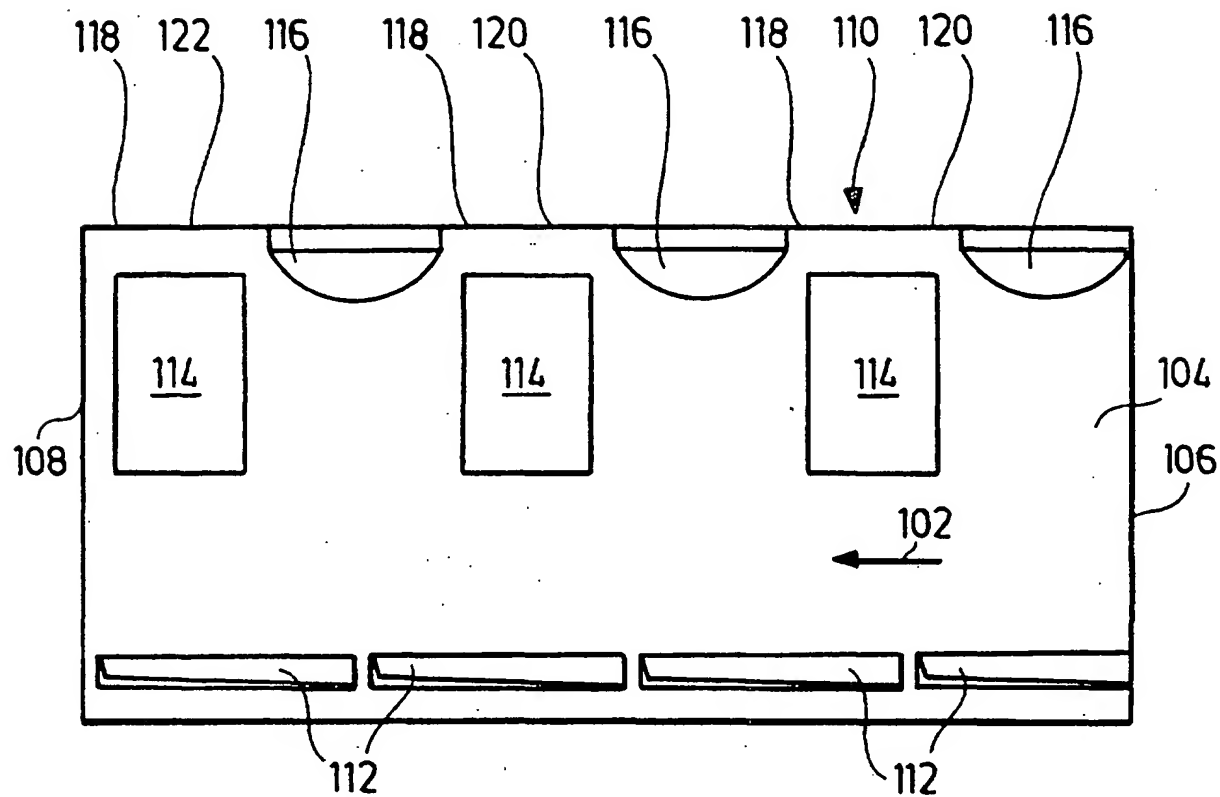


FIG. 3

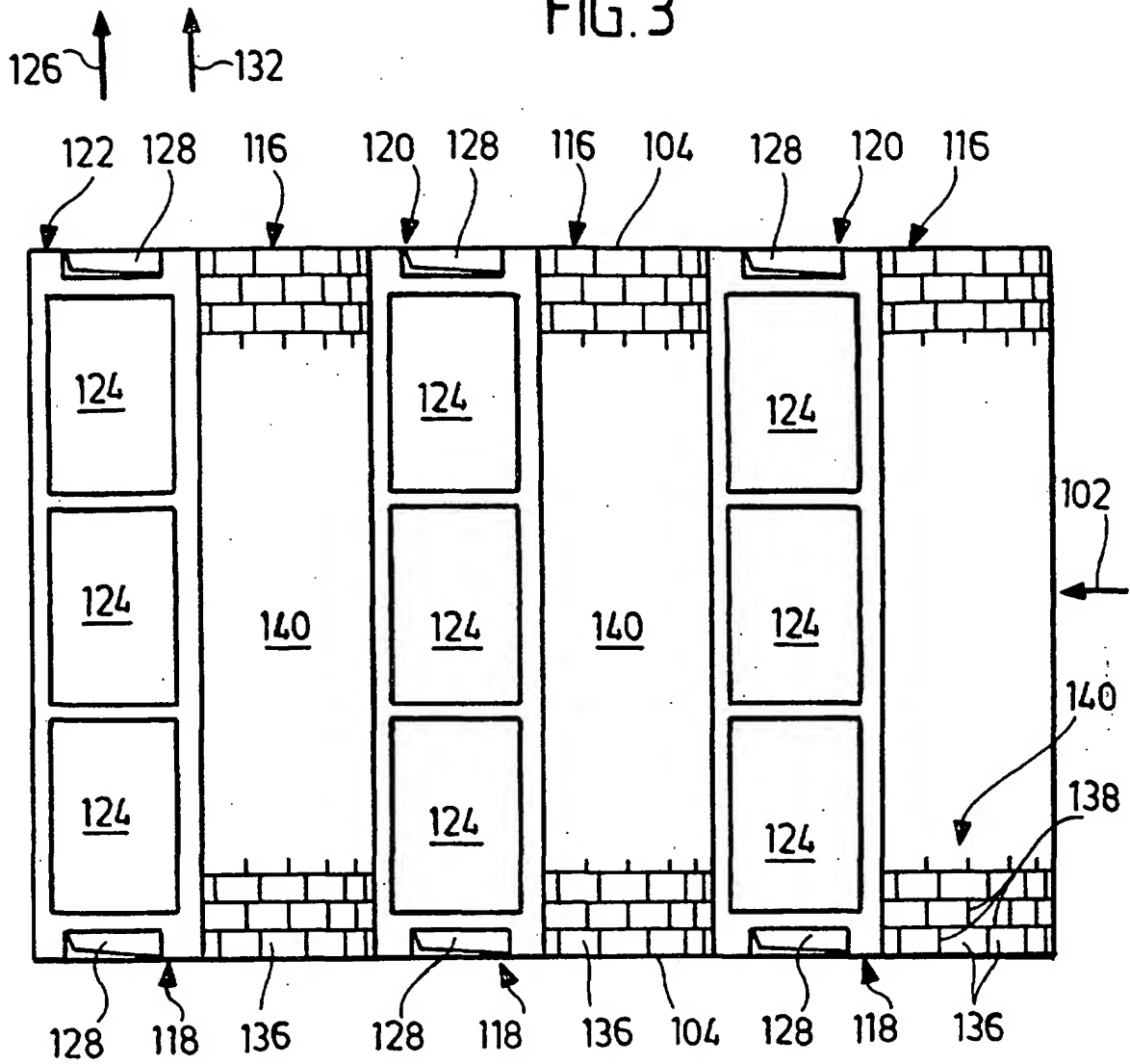


FIG. 4

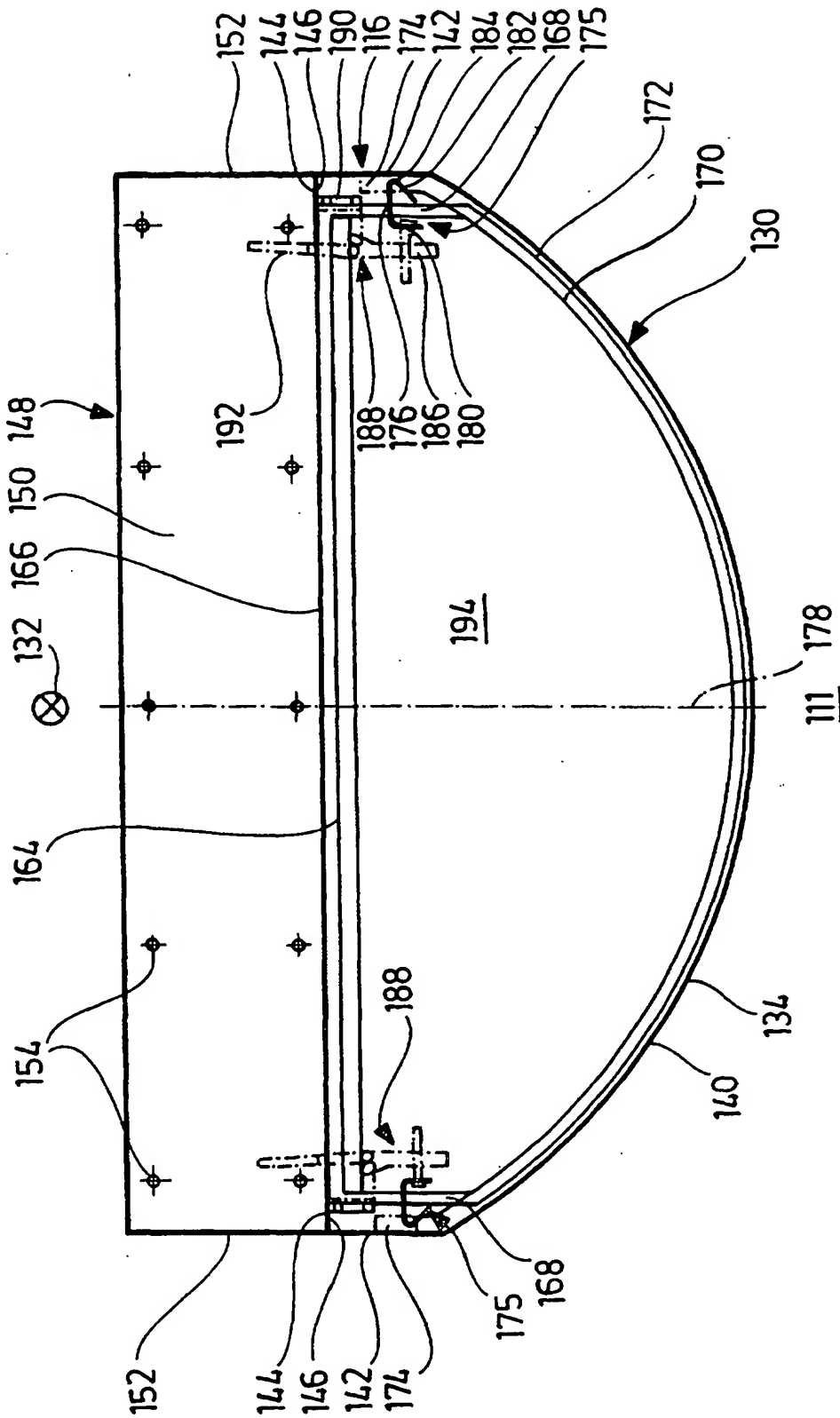


FIG. 5

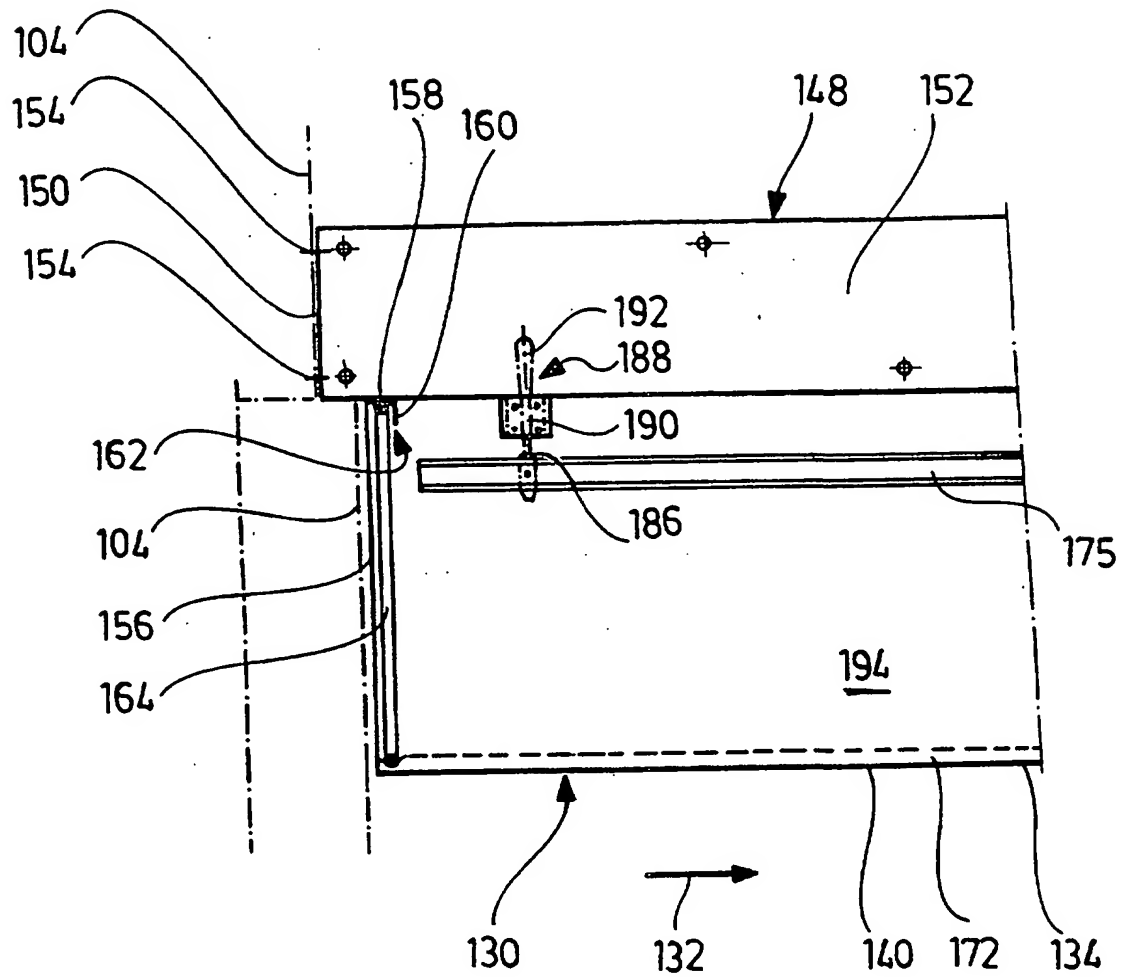


FIG. 6

STAND DER TECHNIK

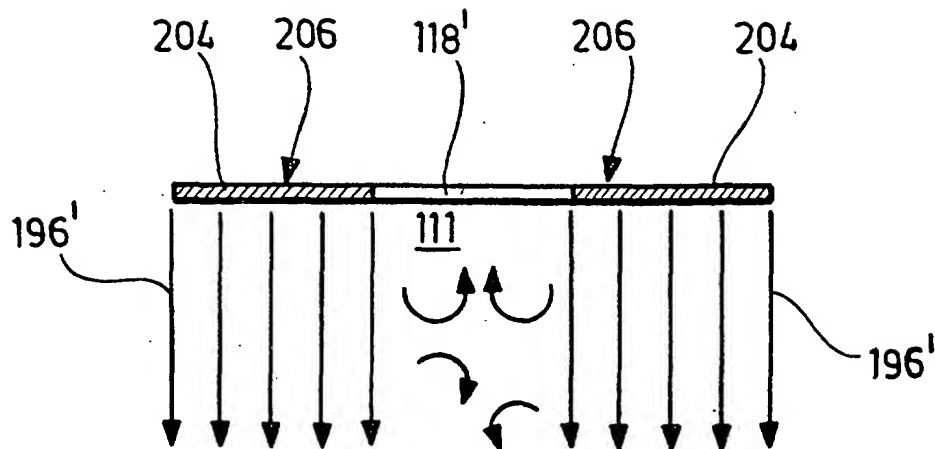




FIG. 7

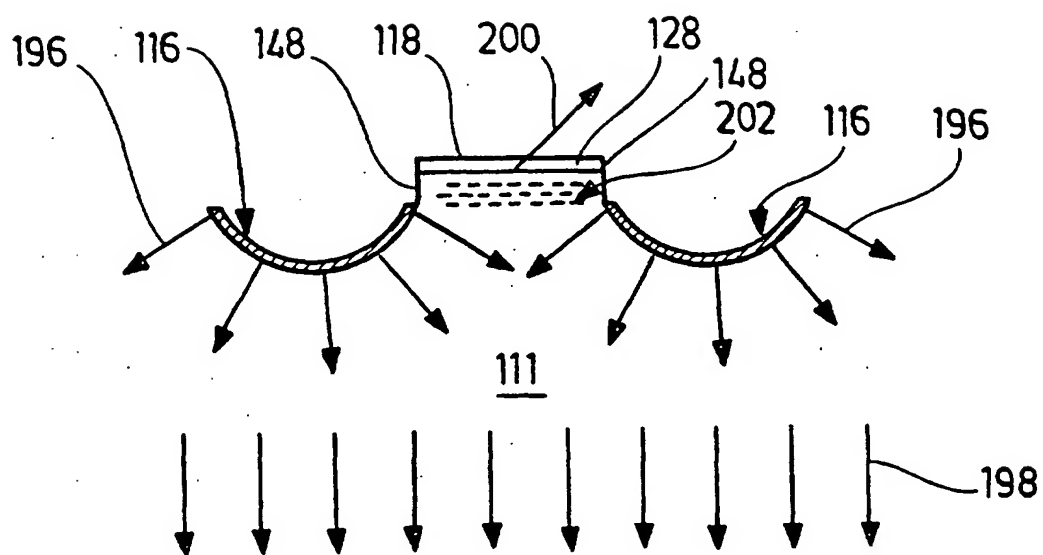


FIG.8

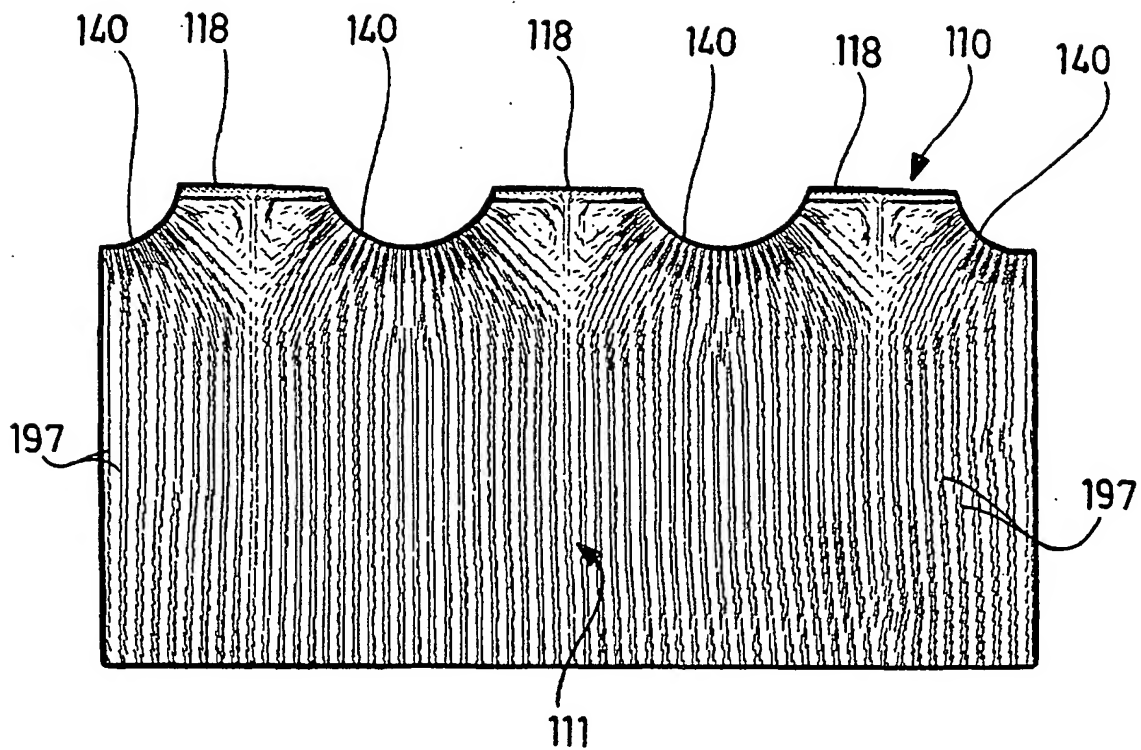


FIG.9

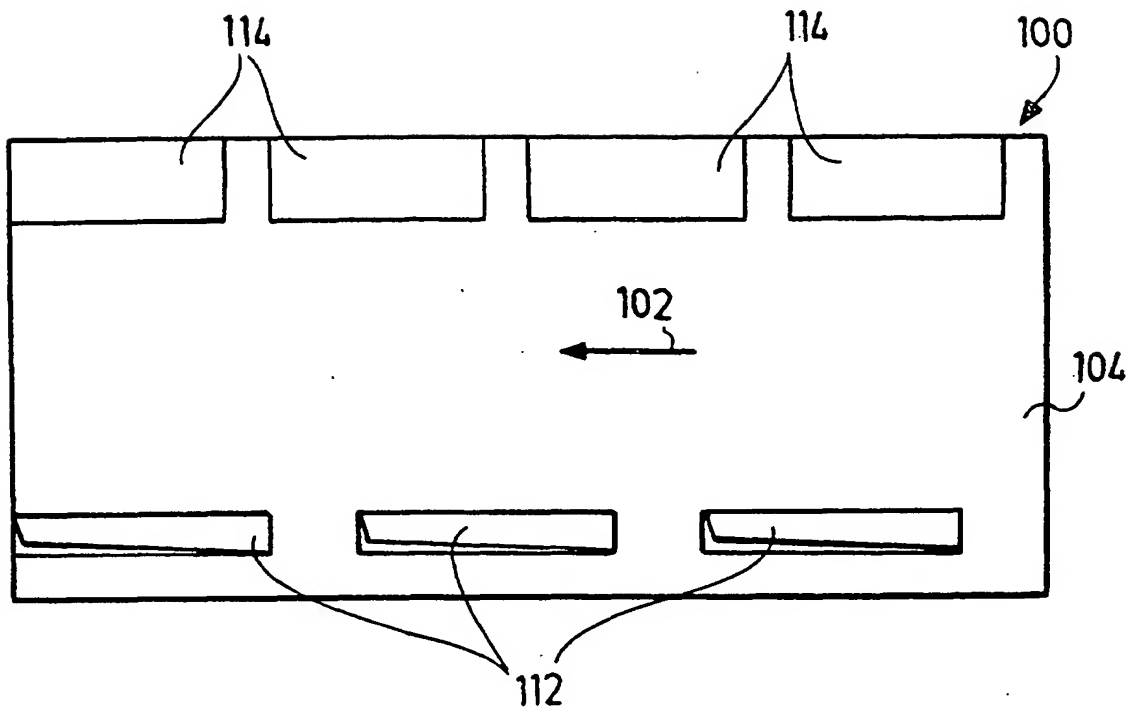


FIG.10

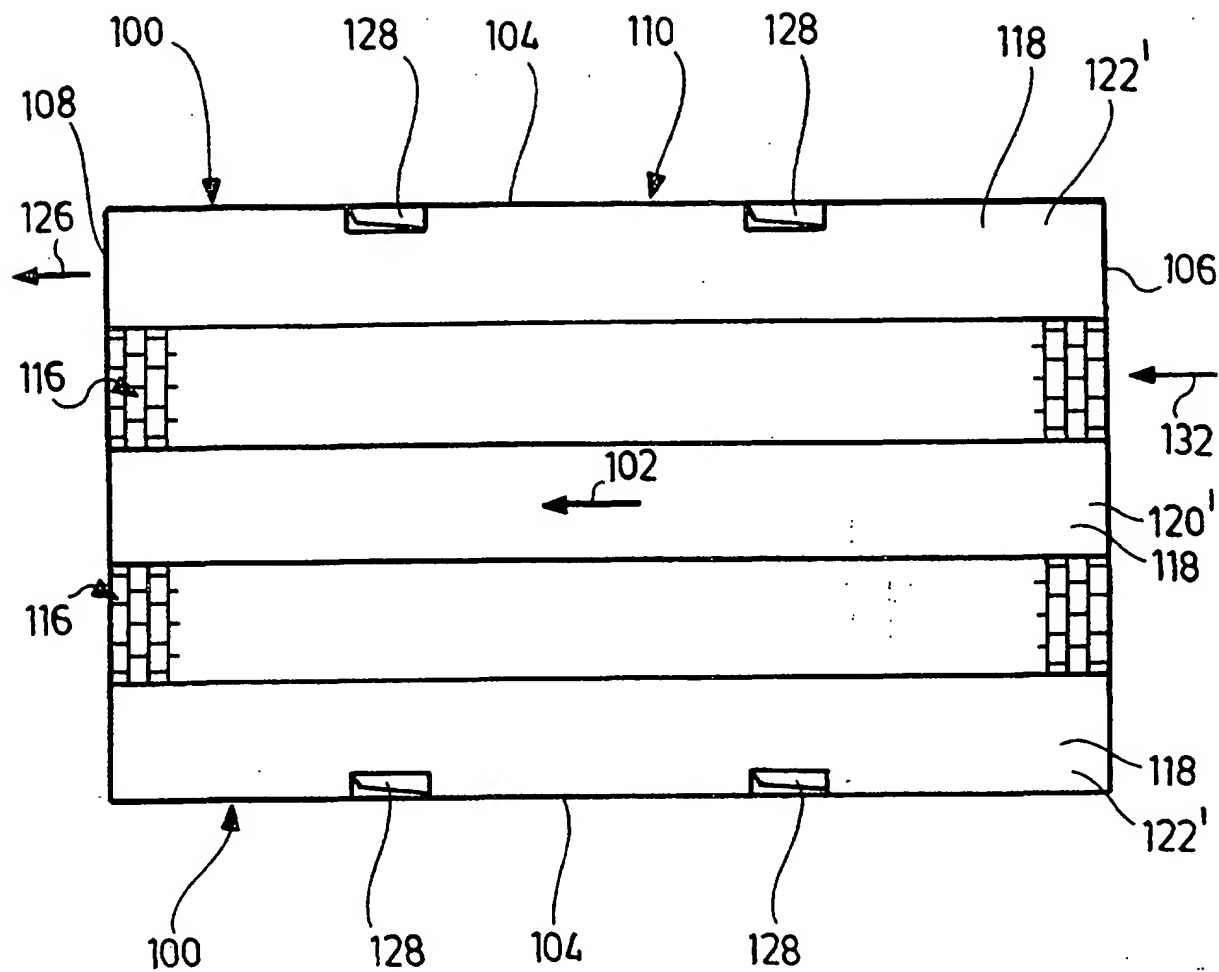


FIG.11

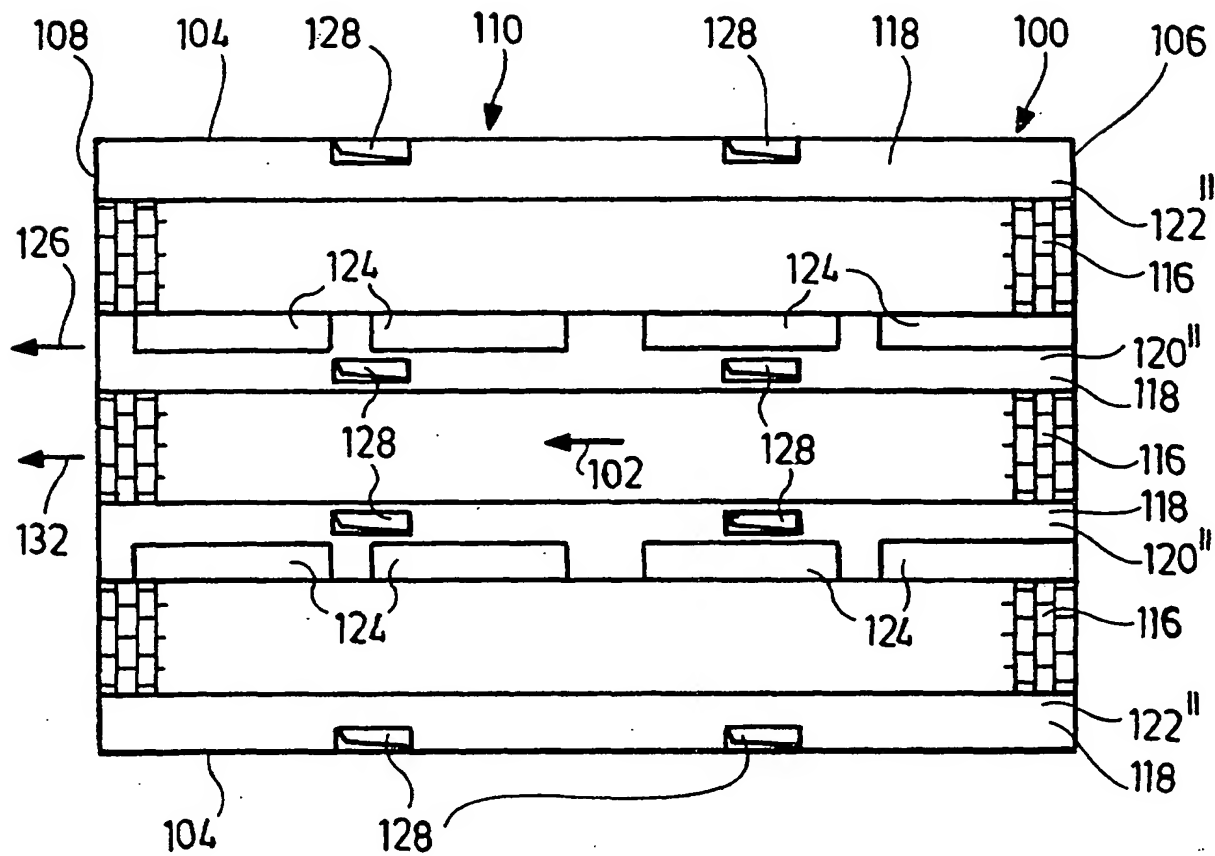


FIG.12

